



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 18 972 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 60 T 13/68**  
B 60 T 13/52

②① Aktenzeichen: 102 18 972.2  
②② Anmeldetag: 27. 4. 2002  
④③ Offenlegungstag: 20. 2. 2003

⑤⑥ Innere Priorität:  
101 27 096. 8 02. 06. 2001

⑦① Anmelder:  
Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,  
DE

⑦② Erfinder:  
Feigel, Hans-Jörg, Dr., 61191 Rosbach, DE; Wagner,  
Wilfried, 35625 Hüttenberg, DE; Knewitz, Ingo,  
61267 Neu-Anspach, DE

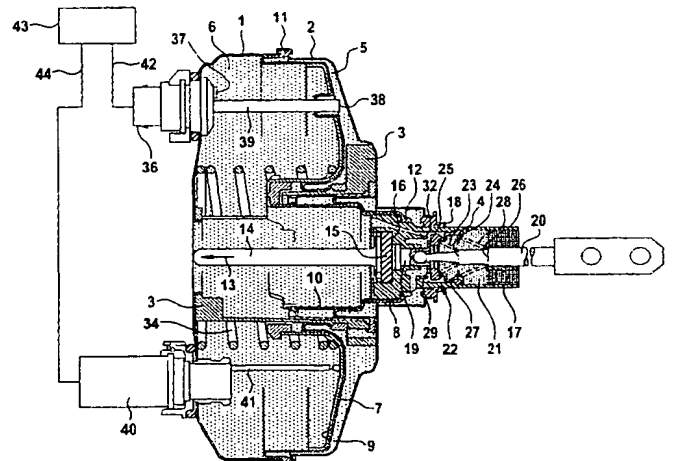
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 198 25 110 C1  
DE 197 29 158 C1  
DE 199 02 126 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Unterdruckbremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage und Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker

⑤⑦ Bei einem Unterdruckbremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist, mit einer Sensoreinheit, mit welcher der Druck in der Unterdruckkammer und der Druck in der Arbeitskammer oder der Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer sensierbar ist, ist dem Unterdruckbremskraftverstärker eine elektronische Steuereinheit zugeordnet, die eine Auswerteeinheit aufweist, zwecks Auswertung des sensierten Drucks in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer oder des Druckunterschieds zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer. Die elektronische Steuereinheit weist eine Ansteuerungseinheit auf, zwecks Ansteuerung einer aktiven hydraulischen Bremskraftunterstützungseinheit auf Grundlage der Auswertung durch die Auswerteeinheit.



**DE 102 18 972 A 1**

**DE 102 18 972 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft einen Unterdruckbremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist, mit einer Sensoreinheit, mit welcher der Druck in der Unterdruckkammer und der Druck in der Arbeitskammer oder der Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer sensierbar ist.

[0002] Die Erfindung betrifft ebenso ein Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker mit mindestens einer Unterdruckkammer und mindestens einer Arbeitskammer, bei dem der in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschende Druck sensiert wird.

[0003] Unterdruckbremskraftverstärker benötigen eine vom Motor zur Verfügung gestellte Unterdruckversorgung zur Unterstützung der von dem Fahrer aufzubringenden Pedalkraft. Abhängig vom Motor wird bei bestimmten Pedalkräften ein Zustand erreicht, bei dem eine weitere Erhöhung der Kraft auf die Betätigungseinheit nur durch eine Steigerung der Pedalkraft möglich ist, da der Unterdruckbremskraftverstärker die maximal mögliche Unterstützungskraft erreicht hat. Den Zustand bezeichnet man als Aussteuerpunkt des Verstärkers.

[0004] Ist die maximal erreichbare Unterstützungskraft durch eine nur schwache Unterdruckversorgung zur gering, was im Zuge neuer Motorentechnik, wie z. B. Benzin-Direkteinspritzer oder Dieselmotoren immer stärker der Fall ist, dann wird eine zusätzliche Bremskraftunterstützung erforderlich. Eine Möglichkeit zur Erzeugung einer zusätzlichen Bremskraft bzw. eines Zusatz-Bremsdrucks ist der Einsatz einer "aktiven" hydraulischen Bremskraftunterstützung. Dies wird z. B. mittels einer hydraulischen Pumpe erreicht. Der hydraulische Druck, der im hydraulischen Hauptbremszylinder aus der vom Fahrer über das Bremspedal eingesteuerten, mittels Unterdruckbremskraftverstärker verstärkten Bremskraft resultiert, wird dabei von der hydraulischen Pumpe zusätzlich erhöht. Diese Pumpe wird von einem Elektromotor angetrieben, der von einer elektronischen Bremsenregelungseinheit angesteuert wird.

[0005] Ferner ist es an sich bekannt, für bestimmte Anwendungsfälle Drucksensoren in/an Unterdruckbremskraftverstärkern einzusetzen, um eine Druckdifferenz zwischen der Unterdruckkammer oder Vakuumkammer und der Arbeitskammer zu erfassen und auszuwerten.

[0006] In der DE 44 36 297 C2 ist ein Unterdruckbremskraftverstärker mit einem Steuergerät offenbart, das zwei Drucksensoren mit zwei Luftführungs Kanälen trägt, die sich in die Unterdruckkammer und die Arbeitskammer des Unterdruckbremskraftverstärkers erstrecken. Das Steuergerät dient zur Steuerung des Unterdruckbremskraftverstärkers.

[0007] In der DE 197 29 158 C2 ist ein Unterdruckbremskraftverstärker mit einem Steuergerät offenbart, das zwei Drucksensoren mit zwei Luftführungs Kanälen trägt, die sich in die Unterdruckkammer und die Arbeitskammer des Unterdruckbremskraftverstärkers erstrecken. Das Steuergerät dient zur Steuerung des Unterdruckbremskraftverstärkers.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Unterdruckbremskraftverstärker und ein Steuer-Verfahren für eine Fahrzeugbremsanlage mit aktiver hydraulischer Verstärkung vorzusehen.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche.

[0010] Besonders vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Unteransprüchen angegeben.

[0011] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird durch einen Unterdruckbremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage gelöst, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist und mit einer Sensoreinheit zur Sensierung von Drücken in dem Unterdruckbremskraftverstärker, welcher Unterdruckbremskraftverstärker dadurch gekennzeichnet ist, dass die Sensoreinheit dafür vorgesehen ist, den Druck in der Unterdruckkammer und den Druck in der Arbeitskammer oder den Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer zu sensieren, dass dem Unterdruckbremskraftverstärker eine elektronische Steuereinheit zugeordnet ist, die eine Auswerteeinheit aufweist, zwecks Auswertung der sensierten Drücke in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer oder des Druckunterschieds zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer, und dass die elektronische Steuereinheit eine Ansteuerungseinheit aufweist, zwecks Ansteuerung einer aktiven hydraulischen Bremskraftunterstützungseinheit auf Grundlage der Auswertung durch die Auswerteeinheit.

[0012] Durch den Unterdruckbremskraftverstärker kann der Druckzustand der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer und/oder deren Druckunterschied ermittelt, dafür charakteristische Signale erzeugt, die Signale der elektronischen Steuereinheit zugeführt und in der Steuereinheit ausgewertet werden. Nach Maßgabe der Auswertung ist ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit, vorzugsweise ein Elektromotor-Pumpen-Einheit, erzeugbar, um einen zusätzlichen Bremsdruck aufzubauen oder zu regeln. Es kann eine sichere Einsteuerung und Regelung des zusätzlichen (hydraulischen) Bremsdrucks erfolgen, da die Druckverhältnisse und damit die mögliche Unterstützungswirkung durch den Unterdruck zuverlässig und genau ermittelbar sind.

[0013] Erfindungsgemäß ist die Sensoreinheit dafür vorgesehen, die Druckdifferenz zwischen dem in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschenden Druck zu sensieren und ein für die sensierte Druckdifferenz charakteristisches Signal für die elektronische Steuereinheit zu erzeugen. Bei dieser Ausführungsform wird demnach durch die Sensoreinheit "direkt" die Druckdifferenz zwischen der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer sensiert. Das für die Druckdifferenz charakteristische Signal wird der Auswerteeinheit zugeführt und darin ausgewertet. Nach Maßgabe der Auswertung ist dann mittels der Ansteuerungseinheit ein Ansteuersignal für die aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit erzeugbar.

[0014] Nach der Erfindung ist die Sensoreinheit dafür vorgesehen, die in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschenden Drücke bezüglich eines "normierten" Drucks, vorzugsweise bezüglich des Außendrucks (Umgebungsdrucks), zu sensieren und für die sensierten Drücke in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer charakteristische Signale für die elektronische Steuereinheit zu erzeugen. Der Begriff "Außendruck:" bedeutet hier der Druck der umgebenden Atmosphäre (Umgebungsdruck). Hier werden somit zwei Drucksignale, jeweils ein Signal für den Druck in der Unterdruckkammer und eins für den Arbeitskammer-Druck, durch die Sensoreinheit sensiert. Die dafür charakteristischen Signale werden der Auswerteeinheit zugeführt und darin ausgewertet. Nach Maßgabe der Auswertung mittels der Ansteuerungseinheit ist dann ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit, insbesondere mittels einer Einheit zur Erzeugung eines Ansteuersignals für eine Elektromotor-Pumpen-Einheit, erzeugbar. Damit ist es möglich, die hydraulische Bremskraftunterstützung

zungseinheit im Sinne eines Aufbaus oder einer Regelung eines zusätzlichen Bremsdrucks anzusteuern. Diese Ausführungsform der Sensoreinheit mit einer getrennten Sensierung der Drücke in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer ist bevorzugt. Denn es ist vorgesehen, dass ein Vergleich des sensierten Drucks in der Unterdruckkammer mit dem sensierten Druck in der Arbeitskammer mittels der elektronischen Auswerteeinheit in der elektronischen Steuereinheit erfolgt. Da keine elektronischen Auswertekomponenten und/oder Steuerungskomponenten in oder am Gehäuse der Sensoreinheit notwendig sind, kann dieses sehr klein, kompakt und leicht ausgeführt werden.

[0015] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Sensoreinheit ein erstes Sensorelement zur Sensierung des Drucks bzw. Vakuums in der Unterdruckkammer und ein zweites Sensorelement zur Sensierung des Drucks in der Unterdruckkammer aufweist und dass beide Sensorelemente in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind. Diese bevorzugte Ausführungsform bietet den Vorteil, dass mit einem einzigen Bauteil, welches die Funktionen zweier Druck- bzw. Vakuumsensoren vereint ("Doppeldrucksensoreinheit oder Doppelvakuumsensoreinheit"), die Druckverhältnisse beider Kammern des Unterdruckbremskraftverstärkers einzeln erfasst werden können. Das bedeutet, es sind ein erstes Sensorelement zur Sensierung des Differenzdrucks zwischen der Unterdruckkammer und dem Außendruck und ein zweites Sensorelement zur Sensierung des Differenzdrucks zwischen der Unterdruckkammer und dem Außendruck in einem gemeinsamen Gehäuse vorgesehen. Beide Sensorelemente sind vorzugsweise benachbart in dem Gehäuse angeordnet.

[0016] Nach der Erfindung ist das Gehäuse der Sensoreinheit zumindest teilweise innerhalb des Unterdruckgehäuses, vorzugsweise zumindest teilweise innerhalb der Unterdruckkammer, angeordnet. Das Gehäuse ist dann vorzugsweise so ausgestaltet und/oder angeordnet, dass das erste und zweite Sensorelement im Innenraum des Unterdruckbremskraftverstärkers, vorzugsweise innerhalb der Vakuumkammer, angeordnet sind. Das bedeutet, die Sensorelemente sind innerhalb der Wandungen des Unterdruckgehäuses angeordnet, welche den Unterdruckbremskraftverstärker begrenzen.

[0017] Das Gehäuse der Sensoreinheit weist vorzugsweise eine rohr- oder schlauchförmige Verbindungsleitung auf, welche die bewegliche Trennwand durchdringt. Es ist dabei mindestens eine Länge der Verbindungsleitung vorgesehen, die ausreicht, damit die Verbindungsleitung in allen möglichen Stellungen der Trennwand diese auch durchdringt. Damit wird eine Verbindung zwischen dem Sensorelement zur Sensierung des Arbeitskammerdrucks mit der Arbeitskammer in allen Aussteuerstellungen des Unterdruckbremskraftverstärkers sichergestellt.

[0018] Erfindungsgemäß wird bei Bremssystemen mit einem Hauptbremszylinder, insbesondere Tandem-Hauptbremszylinder, die Sensoreinheit an der hauptbremszylinderseitigen Wandung des Unterdruckgehäuses angeordnet. Vorteilhaft ist die Sensoreinheit dann in das hauptbremszylinderseitige Gehäuse bzw. Gehäusebauteil integrierbar.

[0019] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Sensoreinheit eine vierpolige Steckverbindung zur elektrischen Verbindung der Sensoreinheit mit der Steuereinheit aufweist, zwecks Signalübertragung der Signale von zwei Sensorelementen.

[0020] Es ist ferner für bestimmte Anwendungsfälle vorgesehen, dass der Unterdruckbremskraftverstärker ein elektromagnetisch regelbares Steuerventil zur Regelung der Verstärkungskraft aufweist. Dadurch kann beispielsweise eine Bremsassistentfunktion realisiert werden.

[0021] Nach der Erfindung ist es vorgesehen, dass die elektronische Steuereinheit eine Erkennungseinheit aufweist, zum Erkennen eines Erfordernisses einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer, und dass die Ansteuerungseinheit dafür vorgesehen ist, die aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit zwecks Aufbau eines zusätzlichen hydraulischen Drucks anzusteuern, wenn das Erfordernis einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer von der Erkennungseinheit erkannt wurde.

[0022] Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker mit mindestens einer Unterdruckkammer und mindestens einer Arbeitskammer, bei dem der in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschende Druck sensiert wird, gelöst, bei welchem Verfahren die sensierten Drücke einer elektronischen Bremsenregelungseinheit zwecks Auswertung zugeführt werden und nach Maßgabe der Auswertung eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützung im Sinne eines Aufbaus oder einer Regelung eines zusätzlichen Bremsdrucks durchgeführt wird. Durch die hydraulischen Bremskraftunterstützung wird vorteilhaft auch die Verwendung eines Unterdruckbremskraftverstärkers mit relativ geringer Leistung, d. h. geringe Unterstützungskraft, ermöglicht, der einen entsprechend kleineren Bauraum beansprucht.

[0023] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Auswertung des Erkennen eines Erfordernisses einer zusätzlichen Bremsunterstützung mitumfasst und dass die aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur im Bedarfsfall, wenn das Erfordernis einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer erkannt wurde, aktiviert wird. Dann ist es möglich, den zusätzlichen hydraulischen Druck nur in bestimmten Situationen zu erzeugen. Es ist vorgesehen, den zusätzlichen hydraulischen Druck vorzugsweise nur in einer "Kaltlaufphase" einer Verbrennungskraftmaschine oder eines Verbrennungsmotors, das bedeutet wenn der Motor noch keine hinreichende Betriebstemperatur aufweist, wodurch die Vakuumleistung des Verbrennungsmotors zu gering ist, gezielt zur Bremsunterstützung des Fahrers einzusetzen. Diese mangelnde Vakuumleistung ist oft bei Verbrennungsmotoren mit Direkteinspritzung, insbesondere auch Benzin-Direkteinspritzern, zu erkennen. Daher ist es vorgesehen, den erfindungsgemäßen Unterdruckbremskraftverstärker und das Verfahren vorzugsweise für Fahrzeugbremsanlagen zu verwenden, bei denen das Vakuum für die Bremskraftunterstützung durch eine Verbrennungskraftmaschine mit Direkteinspritzer, insbesondere Benzin-Direkteinspritzer, erzeugt wird.

[0024] Erfindungsgemäß ist es ebenso vorgesehen, dass die Auswertung des Erkennen eines Erreichens des Aussteuerpunkts oder zumindest einer Annäherung an den Aussteuerpunkt mitumfasst und dass die aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur dann aktiviert wird, wenn das Erreichen des Aussteuerpunkts oder zumindest die Annäherung an den Aussteuerpunkt erkannt wurde. Der Aussteuerpunkt kann insbesondere bei der zuvor genannten Unterdruckversorgung des Unterdruckbremskraftverstärkers durch einen Verbrennungsmotor mit Direkteinspritzung in der Kaltlaufphase schon zu früh erreicht werden, wenn eine hinreichende Verstärkungsfunktion durch den Bremskraftverstärker mangels Vakuumleistung des Motors noch nicht gegeben ist. Dann wird bei Erreichen des Aussteuerpunkts und bei weiterer Bremsdruck-Anforderung des Fahrers die zusätzliche hydraulische Bremskraftunterstützung aktiviert.

[0025] Nach der Erfindung ist die Verstärkungskraft des Unterdruckbremskraftverstärkers und/oder der hydraulischen Bremskraftunterstützung einstellbar nach Maßgabe von weiteren Funktionen des Bremsenregelungssystems, wie

Bremsassistenten und Fahrdynamikregelung (ESP). Die Einstellung kann beispielsweise mittels eines elektromagnetisch regelbaren Steuerventils im Unterdruckbremskraftverstärker erfolgen, mit dem die Druckdifferenz zwischen Arbeitskammer und Unterdruckkammer einstellbar ist.

[0026] Es ist ebenso vorgesehen, dass die Auswertung der sensierten Drücke das Erkennen eines Ausfalls oder einer Störung der Bremskraftunterstützung durch den Unterdruckbremskraftverstärker mitumfasst. Wird ein Ausfall oder eine Störung erkannt, dann kann die hydraulischen Bremskraftunterstützung einstellbar entsprechend aktiviert werden, um die Fehlfunktion zumindest teilweise zu kompensieren und es kann eine entsprechende Veränderung der Bremsregelung und/oder eine Fahrerwarnung durchgeführt werden.

[0027] Die Erfindung wird anhand von Abbildungen (Fig. 1 bis Fig. 9) beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

[0028] Fig. 1 eine Schnittdarstellung eines Unterdruckbremskraftverstärkers in einer ersten Stellung,

[0029] Fig. 2 einen Teilschnitt durch den Unterdruckbremskraftverstärker gemäß Fig. 1 in vergrößerter Darstellung,

[0030] Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines Unterdruckbremskraftverstärkers gemäß Fig. 1 in einer zweiten Stellung,

[0031] Fig. 4 einen Teilschnitt durch den Unterdruckbremskraftverstärker gemäß Fig. 3 in vergrößerter Darstellung,

[0032] Fig. 5 eine Schnittdarstellung eines Unterdruckbremskraftverstärkers gemäß Fig. 1 in einer dritten Stellung,

[0033] Fig. 6 einen Teilschnitt durch den Unterdruckbremskraftverstärker gemäß Fig. 5 in vergrößerter Darstellung,

[0034] Fig. 7 eine Schnittdarstellung einer Sensoreinheit mit zwei Sensorelementen.

[0035] Fig. 8 eine Schnittdarstellung einer Sensoreinheit mit einem Sensorelement zur Bestimmung des Drucks in der Arbeitskammer.

[0036] Fig. 9 eine Schnittdarstellung einer Sensoreinheit mit einem Sensorelement zur Bestimmung des Drucks in der Unterdruckkammer.

[0037] In den Fig. 1 bis 6 ist derselbe Bremskraftverstärker in verschiedenen Stellungen dargestellt und in Fig. 7 bis 9 ist ein Sensorelement in verschiedenen Ausführungsformen dargestellt. Die gezeigten Bauteile sind für die korrespondierenden Abbildungen im wesentlichen dieselben und erfüllen dieselben Funktionen, so dass auf wiederholte Beschreibung der Funktionen und Darstellung der Bezugszeichen verzichtet werden konnte.

[0038] Der in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellte Unterdruckbremskraftverstärker weist ein Unterdruckgehäuse auf, das beispielsweise aus einem Topf 1 und einem Deckel 2 zusammengesetzt ist. Die beiden Gehäusehälften 1, 2 haben hier eine Doppelfunktion: Sie übertragen die Betätigungskräfte vom Pedal zum an den Bremskraftverstärker anschließenden Hauptbremszylinder (nicht dargestellt) und sie dienen als Unterdruckbehälter. Die Kraftübertragung erfolgt hier durch eine Zugankerkonstruktion. Durch ein mittig angeordnetes Zentralrohr 3 werden die beiden Flanschseiten des Gerätes starr miteinander verbunden. Das Gehäuse ist so von den Übertragungskräften entlastet und muss nur noch die Druckdifferenz zwischen Atmosphäre (Außenluft) und Unterdruck aufnehmen. Das Unterdruckgehäuse ist in eine Arbeitskammer 5 und eine Vakuumkammer 6 aufgeteilt. Dies erfolgt durch mit einer Steuernabe 4 axial bewegliche Gummimembran 7, 8 und Trennwand 9, 10. Durch die Anordnung des Zentralrohrs 4 ist diese zweiteilige Gummimembran 7, 8 und zweiteilige Trennwand 9, 10 erforderlich.

Der Außenrand 11 der äußeren Membran 7 ist zwischen Topf und Deckel im Unterdruckgehäuse und der Innenrand 12 der inneren Membran 8 ist in der Steuernabe 4 dichtend festgeklemt. Die Membran 7, 8 liegt auf der der Arbeitskammer 5 zugewandten Seite der Trennwand 9, 10 an diese an und dichtet somit die Vakuumkammer 6 von der Arbeitskammer 5 ab. Die Trennwand 10 wird formschlüssig an der der Kraftabgaberrichtung 13 zugewandten Stirnseite der Steuernabe 4 gehalten. Dabei drückt die Trennwand 10 den Innenrand der Gummimembran 8 gegen die Steuernabe 4 fest an. Die Kraftabgabe erfolgt über ein Kraftabgabeglied 14, das sich über eine Reaktionsscheibe 15 an einer Stufe 16 abstützt. Auf der anderen Seite durchragt die Steuernabe 4 den Deckel 2 und ist zur Atmosphäre axial geöffnet über ein Filter 17. Mittels einer im Deckel formschlüssig eingesetzten Dichtung 18 wird die Arbeitskammer 5 zur Umgebung abgedichtet.

[0039] Die Kraftübertragung auf die Reaktionsscheibe 15 erfolgt über einen Ventilkolben. 19, der auf den Kugelkopf einer abgestuften Kolbenstange 20 beweglich, aber ohne axiales Spiel aufgeklemmt ist. Die Kolbenstange 20 durchragt einen Luftraum 21 und steht mit einem nicht dargestellten Betätigungspedal in Verbindung. Im Luftrum 21 ist ein von der Kolbenstange mit Spiel durchragtes Tellerventil 22 eingesetzt.

[0040] Innerhalb des Tellerventils 22 ist eine Feder 23 eingesetzt, die sich an einer ersten Stufe 24 der Kolbenstange 20 abstützt und gegen den Ventilteller 25 gedrückt wird. Die Kolbenstange 20 wird durch eine andere, zwischen einer weiteren Stufe 26 der Kolbenstange 20 und einer Scheibe 27 wirkenden Feder 28 gegen die Kraftabgaberrichtung 13 kraftbeaufschlagt, so dass der mit ihr mechanisch verbundene Ventilkolben 19 mit seiner ringförmigen Dichtkante 29 auf dem Ventilteller 25 dichtend zur Anlage kommt und so den Luftraum 21 zum Verstärkerinneren abtrennt. Um den Ventilkolben ist dabei ein Raum 36 abgetrennt, der über eine Öffnung 31 mit der Arbeitskammer 5 in Verbindung steht. Radial außen über einer Stufe 32 liegend, ist der Raum 30 über einen Kanal 33 in der Steuernabe 4 mit der Unterdruckkammer 6 verbunden.

[0041] Die in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellte Ruhestellung des Unterdruckbremskraftverstärkers wird durch die Feder 34 bestimmt, die die Trennwand 9, 10 bis zur Anlage der Gummimembran 7, 8 an den Deckel 2 des Unterdruckgehäuses gegen die Kraftabgaberrichtung 13 schiebt. Bei Ruhestellung des Pedals wird durch Anlage der Dichtkante 29 des Ventilkolbens 19 auf dem Ventilteller 25 die Luftzufuhr zur Arbeitskammer 5 abgesperrt. Somit herrscht in der Arbeitskammer 5 ein Unterdruck (dargestellt durch schwach punktierten Raum in Fig. 1), da Arbeitskammer 5, wie in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigt, über die Öffnungen 31, den Raum 30 und um die Stufe 32, den Kanal 33 mit der Unterdruckkammer 6 (dargestellt durch schwach punktierten Raum in Fig. 1) verbunden ist und da die Unterdruckkammer 6 über einen nicht dargestellten Anschluss mit einer kontinuierlich arbeitenden, nicht dargestellten Unterdruckquelle oder Vakuumquelle verbunden ist (dargestellt durch Pfeile 35).

[0042] Wie Fig. 1 zeigt, wird mit Hilfe einer Sensoreinheit 36 der Druck in der Arbeitskammer 5 und der Unterdruckkammer 6 gemessen. Ein erstes Sensorelement (hier nicht dargestellt) der Sensoreinheit 36 steht dazu über eine erste Öffnung 37 mit der Unterdruckkammer 6 in Verbindung und ein zweites Sensorelement (hier nicht dargestellt) steht mit der Arbeitskammer über eine zweite Öffnung 38 in einem Verbindungsröhrchen 39, welches die bewegliche Wand 9 durchdringt, in Verbindung. Anstatt des Verbindungsröhrchens 39 kann auch ein Schlauch oder eine ähnliche flexible Verbindungsleitung angeordnet sein. Die Sensoreinheit 36

kann von der Innenseite des Unterdruckbremskraftverstärkers oder von dessen Außenseite montiert werden. Im ersten Fall ist die Sensoreinheit 36 dem Bremskraftverstärker fest zugehörend. Im Ersatzfall muss dann der gesamte Unterdruckbremskraftverstärker getauscht werden. Daher ist die hier gezeigte Ausführungsform mit einer an der Außenseite angeordneten Sensoreinheit 36 bevorzugt. Vorzugsweise wird diese, wie in Fig. 1 gezeigt ist, an einem ausgangsseitigen Bereich des Unterdruckbremskraftverstärkers angeordnet. Das bedeutet an der Seite, in welche Richtung das Kraftabgabeglied 14 zur Bremsdruckerzeugung wirkt. In diesem speziellen Ausführungsbeispiel ist an dieser Seite auch ein Wegsensor 40 angeordnet. Dieser sensiert mit dem Stift 41 die Stellung bzw. den Weg der Trennwand 9. In der Regel wird der Wegsensor 40 aber nicht benötigt. Bevorzugte Ausführungsformen sind daher Unterdruckbremskraftverstärker ohne den hier gezeigten Wegsensor 40.

[0043] In der dargestellten Stellung wird durch die Sensoreinheit 36 kein Unterschied zwischen dem durch das erste und zweite Sensorelement gemessenen Druck ermittelt, da die Verbindung zur Außenluft unterbrochen ist und der Kanal zur Unterdruckkammer geschlossen ist. Diese Stellung entspricht einer Ruhestellung bzw. Lösestellung des Unterdruckbremskraftverstärkers.

[0044] Wird das Pedal betätigt und somit die Kolbenstange 20 und der Ventilkolben 19 verschoben, so wird das Tellerventil 22 bis zur Anlage des Ventiltellers 25 an der Stufe 32 der Bewegung folgen. Der Kanal 33 ist dann vom übrigen Raum 30 abgetrennt, die Unterdruckkammer 6 und die Arbeitskammer 5 stehen nicht mehr miteinander in Verbindung. Im weiteren Verlauf der Bewegung wird auch die Verbindung zur Außenluft durch das Tellerventil 25 geöffnet und der Unterdruck beginnt sich hinter der Membran 7, 8 abzubauen. Durch einen sich aufbauenden hydraulischen Druck in einem Hauptbremszylinder, der sich an den Unterdruckbremskraftverstärker in Kraftabgaberrichtung 13 anschließt, kommen die Kolben im Hauptbremszylinder sowie das Kraftabgabeglied 13 und, durch die Reaktionsscheibe 15 übertragen, auch der Ventilkolben 19 zum Stillstand. Gleichzeitig schließt sich das Tellerventil 25 und unterbindet dadurch die weitere Außenluftzufuhr. Die jetzt erreichte Bereitschaftsstellung den ist in der Fig. 3 und Fig. 4 dargestellt.

[0045] In der Bereitschaftsstellung oder Teilbremsstellung bewirkt jede geringfügige Änderung der Pedalkraft eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Druckdifferenz auf beiden Seiten der Trennwand 9, 10 und über den Hauptbremszylinder eine Erhöhung oder Reduzierung des hydraulischen Drucks im Bremssystem und damit eine Abbremsung. Der Druckunterschied zwischen Arbeitskammer 5 (dargestellt durch stärker punktierten Raum in Fig. 3) zur Unterdruckkammer 6 (dargestellt durch schwach punktierten Raum in Fig. 3) wird durch die Sensoreinheit 36 mittels der zugehörigen Sensorelemente ermittelt. Die Sensoreinheit 36 erzeugt ein für die Druckdifferenz charakteristisches Signal. Dieses wird über eine Leitung 42 einer Steuereinheit 43 zugeführt. Auch das Signal des Wegsensors 40 wird über eine Leitung 44 die Steuereinheit 43 zugeführt und ausgewertet. Nach Maßgabe der Auswertung ist ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit im Sinne eines Aufbaus eines zusätzlichen Bremsdrucks erzeugbar, falls der allein durch den Unterdruckbremskraftverstärker im Hauptbremszylinder erzeugte Bremsdruck zu gering ist.

[0046] Wird das Pedal weiter niedergedrückt, so wird ein Teil der Kraft über die Reaktionsscheibe 15 direkt auf das Kraftabgabeglied 14 geleitet, gleichzeitig wird sich aber die Dichtkante 29 des Ventilkolbens 19 vom Ventilteller 25 ab-

heben und den Raum 30 mit dem Luftraum 21 und somit mit der Atmosphäre verbinden. Dies ist in der Fig. 5 und Fig. 6 gezeigt. Nun strömt Luft aus der Atmosphäre (Pfeile 45 in Fig. 5) in axialer Richtung durch das Tellerventil 25 (Pfeile 46 in Fig. 6) und dann in den Raum 30 und von hier aus durch die Öffnung 331 in die Arbeitskammer 5. Die entstehende Druckdifferenz von Arbeitskammer 5 zur Unterdruckkammer 6 versucht, die Trennwand 9, 10 in Kraftabgaberrichtung 13 zu verschieben. Der Druck in Raum 21 (Atmosphärendruck) entspricht nun dem Druck in der Arbeitskammer 5 (dargestellt durch stark punktierte Räume in Fig. 5), während der Druck der Unterdruckkammer einem aufgrund der angeschlossenen Unterdruckquelle erzeugten Unterdruck entspricht (dargestellt durch den schwach punktierten Raum in Fig. 5). Alle auftretende Kräfte werden von der Trennwand 10 auf das Kraftabgabeglied 14 übertragen. Die Steuernabe 4 bleibt frei von diesen Betätigungskräften.

[0047] Der durch die Sensoreinheit 36 ermittelte Druckunterschied zwischen Arbeitskammer 5 (stark punktierte Raum) zur Unterdruckkammer 6 (schwach punktierte Raum) ist maximal. Dies entspricht einer Vollbremsstellung des Unterdruckbremskraftverstärkers. Die maximal mögliche Unterstützungskraft des Unterdruckbremskraftverstärkers ist gegeben; der Aussteuerpunkt ist erreicht. Eine weitere Erhöhung der Kraft auf den Hauptbremszylinderkolben, der sich an das Kraftabgabeglied 13 anschließt, ist nur durch eine noch größere Pedalkraft durch den Fahrer möglich. Die Sensoreinheit 16 erzeugt ein für diese Druckdifferenz charakteristisches Signal, welches das Erreichen des Aussteuerpunkts anzeigt. Da die maximal mögliche Unterstützungskraft des Unterdruckbremskraftverstärkers bei einer weiteren Anforderung des Fahrers an einer Bremsdruckerhöhung nicht ausreicht, erzeugt die Steuereinheit 43 dann ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützung im Sinne eines Aufbaus eines zusätzlichen Bremsdrucks.

[0048] Für bestimmte Systeme kann der Unterdruckbremskraftverstärker auch ein elektronisch geregeltes Ventil aufweisen, mit dem eine auf die Trennwand 9, 10 einwirkende Druckdifferenz gesteuert wird (aktiver Booster, hier nicht dargestellt).

[0049] In der Fig. 7 bis Fig. 9 ist die Sensoreinheit 36 in Schnittbildern dargestellt.

[0050] Bei der Sensoreinheit 36 nach Fig. 7 wird über ein erstes Sensorelement 50 der Druck der Unterdruckkammer 6 und über ein zweites Sensorelement 51 der Druck in der Arbeitskammer 5 sensiert. Ein Grundkörper bzw. ein gemeinsames Gehäuse 52 der Sensoreinheit 36 ist hier mit dem Verbindungsröhrchen 39, welches die Trennwand (siehe Fig. 1,3,5) durchdringt, über die Öffnung 38, mit der Arbeitskammer 5 verbunden. Anstatt eines Verbindungsröhrchens flexible Verbindungsleitung, z. B. Schlauch, vorgesehen werden. Die Sensoreinheit wird z. B. an dem Hauptbremszylinderseitigen Topf 1 angebracht, dessen Inneres über eine elastische Dichtung 53 vakuumdicht abgedichtet wird, indem die Topfwandung 54 zwischen einer Kante 55 des Gehäuses 52 und der Dichtung 53 eingespannt wird. Die Montage kann vorteilhaft durch einen Schraubring 56 erfolgen, der die Dichtung 53 gegen die Wandung 54 des Topfes 1 und gegen die Kante 55 presst. Die einzelnen Druckelemente 50, 51 können je nach Bedarf die Druckdifferenz oder den Absolutdruck sensierten. Die elektrische Verbindung zu der elektronischen Regeleinheit 43 der Fahrzeugbremsanlage oder einem anderen Steuergerät kann mittels nur einer Steckverbindung 57 hergestellt werden. Die Steckverbindung 57 weist mindestens 3 Pins 58, 59, 60, vorzugsweise aber 4 Pins, auf. Bei der gezeigten Sensoreinheit wird als Bezugsdruck der Atmosphärendruck gemessen, indem über

eine Öffnung 61 eine Verbindung zur umgebenden Atmosphäre hergestellt ist.

[0051] In der Fig. 8 und Fig. 9 weist die Sensoreinheit 36 im Gegensatz zur nach Fig. 7 nur ein Sensorelement auf, das entweder den Druck in der Arbeitskammer 5 (51 in Fig. 8) oder den Druck der Unterdruckkammer 6 (50 in Fig. 9) sensiert. Der Aufbau entspricht im übrigen im wesentlichen der in Fig. 7 gezeigten Sensoreinheit und wird daher hier nicht näher erläutert. Dieselben Bauteile sind daher auch hier mit denselben Bezugszeichen versehen.

[0052] Bevorzugt ist aber die Ausführung mit zwei Sensorelementen 50, 51 gemäß Fig. 7 in einem Gehäuse. Denn dieser "Doppel-Drucksensor" kann während der gesamten Prozesskette vom Hersteller der Sensoreinheit über den Hersteller des Unterdruckbremskraftverstärkers bis zum Fahrzeughersteller wie ein Sensor behandelt werden, obwohl die Funktionalität von zwei Drucksensoren gegeben ist, die an stark unterschiedlichen Stellen im Bremskraftverstärker den Druck sensierten. Dadurch ergeben sich Kostenvorteile, da nur ein Bauteil ausreicht, sowie Montagevorteile, da mit nur einer Steckverbindung ein Anschluss der Sensoreinheit möglich ist. Auch für das Packaging ist die Bauform und Anordnung der Sensoreinheit 36 nach Fig. 7 vorteilhaft. Auf der Seite des Hauptbremszylinders steht in den heutigen Fahrzeugen in der Regel ein größerer Bauraum zur Verfügung als an der Pedalseite eines Unterdruckbremskraftverstärkers, so dass die hauptbremszylinderseitige Anordnung bevorzugt ist. Aber auch im Motorraum heutiger Fahrzeuge steht immer weniger Bauraum zur Verfügung. Daher ist besonders bevorzugt ein gemeinsames Gehäuse 52 für das erste Sensorelement 50 und das zweite Sensorelement 51 vorgesehen, das Einheiten zur elektronischen Auswertung oder Verarbeitung der Sensorsignale, z. B. elektronische Schaltungen, selbst nicht aufweist, so dass eine möglichst kompakte Bauform realisiert werden kann. Eine weitere Verringerung des Platzbedarfs im Motorraum wird durch die zumindest teilweise Integration des Gehäuses 52 in das Unterdruckgehäuse, insbesondere die Unterdruckkammer, erzielt.

#### Patentansprüche

1. Unterdruckbremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage, mit einem Unterdruckgehäuse, das durch mindestens eine bewegliche Trennwand in mindestens eine Unterdruckkammer und mindestens eine Arbeitskammer aufgeteilt ist und mit einer Sensoreinheit zur Sensierung von Drücken in dem Unterdruckbremskraftverstärker, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit dafür vorgesehen ist, den Druck in der Unterdruckkammer und den Druck in der Arbeitskammer oder den Druckunterschied zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer zu sensieren, dass dem Unterdruckbremskraftverstärker eine elektronische Steuereinheit zugeordnet ist, die eine Auswerteeinheit aufweist, zwecks Auswertung der sensierten Drücke in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer oder des Druckunterschieds zwischen der Arbeitskammer und der Unterdruckkammer, und dass die elektronische Steuereinheit eine Ansteuerungseinheit aufweist, zwecks Ansteuerung einer aktiven hydraulischen Bremskraftunterstützungseinheit auf Grundlage der Auswertung durch die Auswerteeinheit.
2. Unterdruckbremskraftverstärker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit dafür vorgesehen ist, die Druckdifferenz zwischen dem in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschenden Druck zu sensieren und ein für die sensierte Druckdifferenz charakteristisches Signal für die elek-

tronische Steuereinheit zu erzeugen und dass das für die Druckdifferenz charakteristische Signal ausgewertet wird in der Auswerteeinheit und nach Maßgabe der Auswertung mittels der Ansteuereinheit ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit erzeugt wird.

3. Unterdruckbremskraftverstärker einer Fahrzeugbremsanlage, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit dafür vorgesehen ist, die in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschenden Drücke bezüglich des Außendrucks zu sensieren und für die sensierten Drücke in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer charakteristische Signale für die elektronische Steuereinheit zu erzeugen, dass die für die Drücke charakteristische Signale ausgewertet werden in der Auswerteeinheit und nach Maßgabe der Auswertung mittels der Ansteuereinheit ein Ansteuersignal für eine aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit erzeugt wird.

4. Unterdruckbremskraftverstärker nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit ein erstes Sensorelement zur Sensierung des Drucks in der Unterdruckkammer und ein zweites Sensorelement zur Sensierung des Drucks in der Unterdruckkammer aufweist und dass beide Sensorelemente in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

5. Unterdruckbremskraftverstärker nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse der Sensoreinheit zumindest teilweise innerhalb des Unterdruckgehäuses, vorzugsweise zumindest teilweise innerhalb der Unterdruckkammer, angeordnet ist und eine rohr- oder schlauchförmige Verbindungsleitung aufweist, welche die bewegliche Trennwand durchdringt.

6. Unterdruckbremskraftverstärker nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und zweite Sensorelement im Innenraum des Unterdruckbremskraftverstärkers, vorzugsweise innerhalb der Vakuumkammer, angeordnet sind.

7. Unterdruckbremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei Bremssystemen mit einem Hauptbremszylinder, insbesondere Tandem-Hauptbremszylinder, die Sensoreinheit an der hauptbremszylinderseitigen Wandung des Unterdruckgehäuses angeordnet ist.

8. Unterdruckbremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit eine rohr- oder schlauchförmige Verbindungsleitung aufweist, welche die bewegliche Trennwand durchdringt.

9. Unterdruckbremskraftverstärker nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronische Steuereinheit eine Erkennungseinheit aufweist, zum Erkennen eines Erfordernisses einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer, und dass die Ansteuereinheit dafür vorgesehen ist, die aktive hydraulische Bremskraftunterstützungseinheit zwecks Aufbau eines zusätzlichen hydraulischen Drucks anzusteuern, wenn das Erfordernis einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer von der Erkennungseinheit erkannt wurde.

10. Verfahren zum Betrieb einer Fahrzeugbremsanlage mit einem Unterdruckbremskraftverstärker mit mindestens einer Unterdruckkammer und mindestens einer Arbeitskammer, bei dem der in der Unterdruckkammer und der Arbeitskammer herrschende Druck sensiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die sensierten Drücke einer elektronischen Bremsenregelungseinheit zwecks Auswertung zugeführt werden

und nach Maßgabe der Auswertung ein aktive hydraulische Bremskraftunterstützung im Sinne eines Aufbaus oder einer Regelung eines zusätzlichen Bremsdrucks durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung das Erkennen eines Erfordernisses einer zusätzlichen Bremsunterstützung mitumfasst und dass die aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur im Bedarfsfall, wenn das Erfordernis einer zusätzlichen Bremsunterstützung für den Fahrer erkannt wurde, aktiviert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung das Erkennen eines Erreichens des Aussteuerpunkts oder zumindest einer Annäherung an den Aussteuerpunkt mitumfasst und dass die aktive hydraulische Bremskraftunterstützung nur dann aktiviert wird, wenn das Erreichen des Aussteuerpunkts oder zumindest die Annäherung an den Aussteuerpunkt erkannt wurde.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstärkungskraft des Unterdruckbremskraftverstärker und/oder der hydraulischen Bremskraftunterstützung einstellbar ist nach Maßgabe von weiteren Funktionen des Bremsenregelungssystems, wie Bremsassistenten und Fahr-dynamikregelung (ESP).

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**  
- Leerseite -



